



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Übersetzung der  
europäischen Patentschrift**

⑨⑦ **EP 0 790 432 B 1**

⑩ **DE 696 19 647 T 2**

⑤① Int. Cl. 7:  
**F 16 D 69/02**  
F 16 D 23/04

D 2

- ②① Deutsches Aktenzeichen: 696 19 647.6  
⑧⑧ Europäisches Aktenzeichen: 96 115 282.4  
⑧⑧ Europäischer Anmeldetag: 24. 9. 1996  
⑧⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: 20. 8. 1997  
⑧⑦ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 6. 3. 2002  
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 1. 8. 2002

③⑩ Unionspriorität:  
5266496 16. 02. 1996 JP

⑦③ Patentinhaber:  
Dynax Corp., Chitose, Hokkaido, JP

⑦④ Vertreter:  
Ullrich & Naumann, 69115 Heidelberg

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:  
AT, DE, FR, GB, IT

⑦② Erfinder:  
Kawai, Satoshi, Chitose-shi, Hokkaido, JP

BEST AVAILABLE COPY

⑤④ Reibungsmaterial für Synchronisierungsring

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 696 19 647 T 2

30.01.02

EP 96 115 282.4 / 0 790 432

#### Hintergrund der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Reibungsmaterial, das für einen Synchronisierungsring in einem Getriebe verwendet wird, z.B. in einer Syncromesh Kraftübertragung.

#### Würdigung des Stands der Technik

Ein Synchronisierungsring ist ein ringförmiges Bauteil, das z.B. in einem Getriebe eines Autos eingebaut ist, um zwei Zahnräder, zwischen denen beim Schalten und Eingreifen des Getriebes gewechselt wird, synchron zu drehen, so dass die beiden Zahnräder glatt ineinander greifen.

Der Synchronisierungsring hat eine Schicht aus Reibungsmaterial, die an einem ringförmigen Strukturkörper befestigt ist. Die Schicht aus Reibungsmaterial ist am inneren Umfang des Strukturkörpers angeordnet, am äußeren Umfang des Strukturkörpers oder an beiden Seiten des inneren und des äußeren Umfangs des Strukturkörpers. In jedem Fall greift die Schicht aus Reibungsmaterial reibend in einen sich verjüngenden Bereich (Kegelbereich) des Getriebezahnrads.

Als Reibungsmaterial für die Schicht aus Reibungsmaterial werden oft Kupferlegierungen, z.B. MBA-2 und MBA-5 verwendet. Weiterhin wird auch ein Papiermaterial verwendet, wenn auch nicht oft. Zusätzlich wird manchmal Molybdän durch Flamspritzen am Strukturkörper aufgebracht.

Die folgenden Kennzeichen sind für den Synchronisierungsring nötig:

- (1) Er muss einen hohen dynamischen Reibungskoeffizienten zu einem Gegenzahnrad zum Synchronisieren zweier Gänge durch reibendes Eingreifen eines sich verjüngenden Bereichs als Gegenzahnrad haben.
- (2) Er muss einen geringen Reibungskoeffizient und eine relative Geschwindigkeit nahe Null haben (im Folgenden als „statischer Reibungskoeffizient“ bezeichnet), um Auftreffstöße beim Eingreifen in ein Gegenzahnrad zu verringern.
- (3) Er muss gegenüber Verschmoren als Folge von Reibungswärme beim Bremsen, dann wenn ein Gegenzahnrad gebremst wird, resistent sein, und er muss insbesondere gegenüber Verschmoren durch Reibungswärme durch Bremsen, die bei Fehlbedienung eines Schalthebels entsteht, resistent sein.

Die oben genannte Fehlbedienung des Schalthebels tritt dann auf, wenn der Schalthebel ohne ordnungsgemäßes Bedienen des Kupplungspedals betätigt wird. Bei dieser Fehlbedienung, wenn die Drehkraft der Maschine auf ein Getrieberad übertragen wird und das andere Getrieberad mit einer Drehkraft gedreht wird, die größer ist als die Drehkraft des Leerlaufs, wenn die Kupplung vollständig ausgekuppelt ist, wird auf den Synchronisierungsring mit eine große thermische Belastung ausgeübt (die das Zehnfache und mehr der normalen Belastung beträgt). Als Folge wird die Temperatur des Reibungsmaterials durch Reibungswärme beim Bremsen erhöht, was möglicherweise Verkohlung oder abnormalen Abrieb und damit Zerstörung der Synchronisationswirkung verursacht.

Kupferlegierungen werden oft als Reibungsmaterial verwendet, weil das Kennzeichen Nummer (3) unter den oben beschriebenen Kennzeichen oft besonders wichtig genommen wird. Dennoch sind die von Kupfer bewirkten Kennzeichen (1) und (2) gering, weil Kupferlegierungen einen relativ geringen dynamischen Reibungskoeffizienten haben.

Angesichts dessen wurde die Reibungsfläche der Kupferlegierung als Doppel- oder Dreifachschicht ausgeführt, wobei die Kapazität zur Absorption der Reibungswärme beim Bremsen und der dynamische Reibungskoeffizient erhöht wurden, um Kennzeichen (1) zu verbessern. Jedoch ergibt sich dann, wenn die Reibungsfläche aus Verbundschichten besteht, das Problem, dass das Getriebe kompliziert, größer und teurer wird.

Andererseits ist Papier, obwohl es die Kennzeichen (1) und (2) besitzt, anfällig für Verkohlen durch Reibungswärme beim Bremsen bei Fehlbedienung des Schalthebels. Weiterhin verhält es sich in Bezug auf die Kennzeichen (1) und (2) vergleichsweise schwach, obwohl Molybdän eine gute Dissipation der Reibungswärme beim Bremsen bei Fehlbedienung des Schalthebels ausübt.

Zusätzlich ist es nötig, um den Synchronisierungsring mit zufriedenstellendem Reibungsverhalten auszustatten, eine Anzahl feiner Löcher im Reibungsmaterial auszubilden. Wenn eine Anzahl feiner Löcher im Reibungsmaterial ausgebildet ist, wird die Bildung von Ölschichten verringert, wenn der Synchronisierungsring mit einem eingreifenden Zahnrad in Kontakt gebracht wird, wobei der dynamische Reibungskoeffizient erhöht wird. Daher sollte ein für einen Synchronisierungsring verwendetes Reibungsmaterial zugleich eine gute Wärmebeständigkeit, Reibfestigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Verschmören und Porosität besitzen.

### Zusammenfassung der Erfindung

In der vorliegenden Erfindung wurden die vorgenannten Punkte mittels eines Reibungsmaterials für Synchronisierungsringe gelöst, das 30 bis 70 Gew.-% eines Kohlenstoff-Materials, 10 bis 40 Gew.-% eines warmhärtenden Harzes, 5 bis 30 Gew.-% Metallfasern oder Metallpartikel und 5 bis 40 Gew.-% anorganischer Fasern oder anorganischer Partikel umfasst und eine Porosität von 10 bis 50 % hat. Wie hier verwendet, bedeutet „Poren“ zur Oberfläche hin geöffnete Öffnungen, während „Porosität“ das Verhältnis der Fläche der im Reibungsmaterial ausgebildeten Poren relativ zur Fläche des Reibungsmaterials bedeutet.

Das Kohlenstoffmaterial hat hervorragende Wärmebeständigkeit und verbessert die Wärmebeständigkeit des Reibungsmaterials. Dementsprechend kann der Synchronisierungsring z.B. eine gute Beständigkeit gegen Reibungswärme beim Bremsen bei Fehlbedingung des Schalthebels zur Verringerung des Verschmorsens des Gegenzahnrad haben.

Wenn der Anteil des Kohlenstoff-Materials unter 30 Gew.-% liegt, ist die Temperaturbeständigkeit des Reibungsmaterials verringert, während dann, wenn er 70 Gew.-% übersteigt, die Steifheit des Reibungsmaterials verringert ist.

Das warmhärtende Harz wirkt als Bindemittel für jeden der Bestandteile des Reibungsmaterials und verbessert die Steifheit des Reibungsmaterials. Wenn der Anteil des warmhärtenden Harzes unter 10 Gew.-% liegt, wird die Steifheit des Reibungsmaterials verringert. Wenn er 40 Gew.-% übersteigt, kann keine gewünschte Porosität erreicht werden, und der dynamische Reibungskoeffizient des Reibungsmaterials kann nicht erhöht werden.

Die Metallfasern oder Metallpartikel helfen, eine Verringerung des dynamischen Reibungskoeffizienten des Reibungsmaterials durch die Reibungswärme beim Bremsen zu verhindern. Wenn der Anteil der Metallfasern oder Metallpartikel unter 5 Gew.-% liegt, wird der dynamische Reibungskoeffizient des Reibungsmaterials verringert. Wenn er 40 Gew.-% übersteigt, kann der Synchronisierungsring am Gegenzahnrad haften bleiben.

Die anorganischen Fasern oder anorganischen Partikel verstärken das warmhärtende Harz als Bindemittel, um die gewünschte Porosität zu erzielen. Wenn der Anteil der anorganischen Fasern oder anorganischen Partikel unter 5 Gew.-% liegt, können die anorganischen Fasern das warmhärtende Harz nicht verstärken. Wenn er 40 Gew.-%

übersteigt, wird die Flexibilität des Reibungsmaterials beeinträchtigt, und die Schicht aus Reibungsmaterial führt zu Abrieb beim Gegenzahnrad:

Wenn die Porosität des Reibungsmaterials zwischen 10 und 50 % liegt, wird die Bildung von Ölschichten am der Reibungsgrenze zwischen dem Synchronisierungsring und dem Gegenzahnrad verringert, wobei ein Reibungsmaterial mit einem großen dynamischen Reibungskoeffizienten erhalten wird.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Figur 1 ist die Ansicht eines diametralen Querschnitts eines Synchronisierungsrings mit einer erfindungsgemäßen Schicht aus Reibungsmaterial.

#### Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Die vorliegende Erfindung wird mittels ihrer Ausführungsformen mit Bezug auf Tabelle 1, Tabelle 2 und Figur 1 beschrieben.

Ein in Figur 1 dargestellter Synchronisierungsring 10 hat eine Schicht aus Reibungsmaterial 12, die aus einem Reibungsmaterial auf dem inneren Umfang eines ringförmigen Strukturkörpers 11 besteht.

Jeder der zahlreichen Herstellungsmethoden kann zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Synchronisierungsrings verwendet werden. Bei einer werden Material für einen Strukturkörper und Reibungsmaterial in eine Form eingebracht und auf 180 bis 300 °C aufgeheizt, um den Strukturkörper und die Schicht aus Reibungsmaterial zu schmelzen und zu vereinigen. Anschließend werden der vereinigte Körper und die Schicht aus Reibungsmaterial 20 bis 30 Minuten bei 230 bis 500 °C gehalten. Schließlich wird der innere Umfang der Schicht aus Reibungsmaterial in eine zulaufende Form (konische Form) geschnitten, und Rillen 16 werden in ihrem inneren Umfang ausgebildet. Durch die Rillen 16 werden in der Schicht aus Reibungsmaterial Oberflächengrate gebildet.

Bei einer anderen Methode werden das Material für den Strukturkörper und ein Reibungsmaterial in eine Form gegeben und durch Zufuhr von elektrischem Strom auf 200 bis 350 °C erwärmt, um den Strukturkörper und das Reibungsmaterial zu verbinden und zu schmelzen. Schließlich werden Rillen 16 ausgebildet.

Bei einer anderen Methode werden das Material für den Strukturkörper und ein Reibungsmaterial in eine Form gegeben und durch Plasmaentladung auf 1200 °C erwärmt und dann werden der Strukturkörper und das Reibungsmaterial komplett in einer reduzierenden Atmosphäre oder unter Unterdruck geschmolzen.

Alternativ kann eine geringe Menge Bindemittel zu einem Reibungsmaterial gegeben werden, das Reibungsmaterial blattartig durch Walzen unter Druck, Pressen mittels einer Pressmaschine oder mit der selben Methode wie bei der Papierherstellung geformt werden, in die gewünschte Form ausgestanzt werden und dann mit einem Strukturkörper vereinigt werden. Eine andere Variante besteht darin, dass ein zuvor ringförmig gegossenes Reibungsmaterial mit einem Strukturkörper vereinigt werden kann. Insgesamt kann jede verwendbare Herstellmethode verwendet werden, einen erfindungsgemäßen Synchronisierungsring herzustellen.

Der Strukturkörper 11 besteht vorzugsweise aus Messing. Das Reibungsmaterial der Schicht 12 aus Reibungsmaterial umfasst eine Verbindung aus Kohlenstoffmaterial, einem wärmehärtenden Harz, Metallfasern, anorganischen Fasern, etc.

Tabelle 1 zeigt die Bestandteile für Proben von 20 Typen des Reibungsmaterials, von denen die Nummern 1-10 erfindungsgemäß sind.

Tabelle 1

Probe (Nr.)	Bestandteil (Gew.-%)						Porosität %
	Kohlenstoff	wärmehärtendes Harz	Metallfasern oder Metallpartikel	Anorganische Fasern oder anorganische Partikel	Organische Fasern	Cashewstaub	
Erfindungsgemäßes Reibungsmaterial							
1	55	20	10	15	-	-	25
2	65	15	10	10	-	-	25
3	40	35	10	15	-	-	25
4	40	15	10	35	-	-	25
5	40	15	25	20	-	-	25
6	55	20	10	15	-	-	15
7	55	20	10	15	-	-	35
8	55	20	10	10	5	-	40
9	50	20	10	15	-	5	25
10	50	15	10	15	2	8	30
Vergleichsbeispiel							
11	20	50	10	20	-	-	15
12	80	10	-	10	-	-	20
13	10	20	50	30	-	-	15
14	20	30	-	50	-	-	15
15	50	20	-	10	-	20	15
16	55	20	10	15	-	-	5
Vorbekanntes Beispiel							
17	Messing	Type	Reibung zu Reibung	Material Strukturmaterial	Körper	-	35
18	Papier	Gesprüht				-	5
19	Mo	Type				-	-
20	Harz					-	-

Tabelle 2 ist eine Tabelle, die die Ergebnisse unterschiedlicher Testarten unter der Verwendung der Proben der 20 in Tabelle 1 gezeigten Typen als Schicht 12 aus Reibungsmaterial zeigt.



Tabelle 2

Probe (Nr.)	Reibungsabriebtest für die einzelne Einheit				Reibungsabriebs- menge des Reibungs- materials	Schaden am Gegenzahnrad	Härte- test	Kom- pres- sions- ab- riebs- test
	Dynamischer Reibungskoeffizient	1000 Zyklen	200 Zyklen	Statistischer Reibungskoeffizient				
Erfindungs- mäßiges Rei- bungsmaterial	200 Zyklen	1000 Zyklen	200 Zyklen	1000 Zyklen				
	0.108	0.098	0.081	0.097	0.35	Getrübt	20 Zyklen ok	1500
	0.105	0.091	0.077	0.088	0.40	Getrübt	20 Zyklen ok	1250
	0.112	0.095	0.091	0.103	0.30	Schleifspur	20 Zyklen ok	1500
	0.102	0.093	0.075	0.083	0.20	Getrübt	20 Zyklen ok	1750
	0.105	0.095	0.080	0.088	0.25	Schleifspur	20 Zyklen ok	1500
	0.106	0.088	0.083	0.095	0.20	Getrübt	20 Zyklen ok	1750
	0.114	0.105	0.075	0.082	0.45	Getrübt	20 Zyklen ok	1750
	0.125	0.110	0.072	0.080	0.35	Getrübt	20 Zyklen ok	1000
	0.120	0.099	0.088	0.100	0.40	Getrübt	20 Zyklen ok	1250
	0.118	0.104	0.090	0.103	0.35	Getrübt	20 Zyklen ok	1000
Vergleichs- beispiel	0.081	0.091	0.070	0.133	0.30	Geschwärzt	15 Zyklen verschmort	2000
	0.112	0.084	0.085	0.094	0.70	Getrübt	9 Zyklen abgeschliffen	500
	0.080	0.086	0.075	0.098	0.25	Stufiger Abrieb	20 Zyklen ok	2000
	0.102	0.092	0.088	0.100	0.40	Stufiger Abrieb	20 Zyklen ok	1750
	0.116	0.100	0.095	0.133	0.60	Getrübt	13 Zyklen verschmort	500
	0.085	0.080	0.073	0.099	0.50	Getrübt	20 Zyklen ok	1750
Vor bekanntes Beispiel	0.075	0.128	0.061	0.094	0.04	Stufiger Abrieb	5 Zyklen zurück ins Widerlager	250
	0.136	0.123	0.113	0.104	0.25	Getrübt	2 Zyklen verschmort	2000
	0.081	0.109	0.016	0.111	0.45	Stufiger Abrieb	15 Zyklen abgeschliffen	2000
	0.088	0.113	0.075	0.121	0.55	Geschwärzt	20 Zyklen ok	500

30.01.00

In Tabelle 2 ist der Reibungsabriebtest für eine einzelne Einheit ein Test, bei dem der Synchronisierungsring 11 mit einer Kraft von 70 Kgf auf ein sich verjüngendes, aus SCM 402 bestehendes, Gegenzahnrad gepresst wird und in Getriebeöl bei 80 °C unter einem Trägheitsmoment von  $0.010 \text{ Kgf} \cdot \text{m/s}^2$  mit einer Geschwindigkeit von 1600 Umdrehungen/min rotiert wird und dabei das Gegenzahnrad stoppt, wobei dieses Verfahren 10 000 Zyklen wiederholt wird und ein dynamischer Reibungskoeffizient und ein statischer Reibungskoeffizient auf jede der Proben 200 Zyklen und 10 000 Zyklen ausgeübt wird.

Die Spalte für die Menge an Abrieb des Reibungsmaterials zeigt den Wert für die axiale Länge des Abriebs der Schicht aus Reibungsmaterial, gemessen für jede Probe im Reibungsabriebtest für eine einzelne Einheit. Die Spalte für den Schaden am Gegenzahnrad zeigt das Ergebnis nach der Untersuchung jeder Probe im Hinblick auf das Ausmaß des Schadens, den die Oberfläche eines polierten Gegenzahnrades durch die Schicht aus Reibungsmaterial beim Reibungsabriebtest für eine einzelne Einheit erlitten hat.

In der Spalte für den Schaden am Gegenzahnrad bedeutet „getrübt“, dass das polierte Gegenzahnrad so weit abgerieben wurde, dass eine Trübung verursacht wurde. „Schleifspur“ bedeutet, dass das Gegenzahnrad so stark abgerieben wurde, dass eine Spur auf der Oberfläche zurückgeblieben ist. „Geschwärzt“ bedeutet, dass das Gegenzahnrad mit der Schicht aus Reibungsmaterial verschmort ist und schwarz entfärbt wurde. „Stufiger Abrieb“ bedeutet, dass das Gegenzahnrad so weit abgerieben wurde, dass eine Stufe in der Oberfläche entstanden ist.

In Tabelle 2 ist ein Härtetest ein Test, bei dem für einen Zyklus der Synchronisierungsring 2 Sekunden lang mit einer Kraft von 100 Kgf auf ein sich verjüngendes, aus SCM 402 bestehendes Gegenzahnrad, das mit einer Geschwindigkeit von 1600 Umdrehungen/min rotiert, gepresst wird und dann 30 Sekunden lang davon ferngehalten wird, wobei dann untersucht wird, ob die Schicht aus Reibungsmaterial mit dem Gegenzahnrad verschmort ist oder während 20 solcher Zyklen beschädigt wurde.

In der Spalte für den Härtetest in Tabelle 2 bedeutet „zurück ins Widerlager“ einen Zustand, bei dem die Schicht aus Reibungsmaterial des Synchronisierungsrings ausgeleiert ist, und der Strukturkörper 11 gegen ein Zahnrad des Gegenbauteils stößt.

In Tabelle 2 ist der Kompressionsabriebtest ein Test, bei dem der Synchronisierungsring während eines Zyklus mit einer Kraft von 250 Kgf 4 Sekunden lang in statischem Zustand gegen ein sich verjüngendes Gegenzahnrad aus SCM 420 gepresst wird und dann 2 Sekunden lang davon ferngehalten wird. Das wird 10 000 Zyklen wiederholt, und dann wird

die Anpresskraft in Schritten von jeweils 250 Kgf erhöht und der Synchronisierungsring wird nach jeder Erhöhung der Anpresskraft 10 000 Zyklen an das Gegenzahnrad gepresst.

Aus Tabelle 2 ist ersichtlich, dass die Proben Nr. 1 bis 10 am Gegenzahnrad geringere Beschädigung verursachen als die Proben Nr. 11 bis 20. Weiterhin wurde gefunden, dass die Werte des Tests unter strengen Bedingungen und des Druckabriebtests für erfindungsgemäße Einheiten auch relativ hoch sind.

Das gilt dann, wenn das Reibungsmaterial 30 bis 70 Gew.-% Kohlenstoffpartikel, 10 bis 40 Gew.-% eines warmhärtenden Harzes, 5 bis 30 Gew.-% Metallfasern oder Metallpartikel und 5 bis 40 Gew.-% anorganischer Fasern oder anorganischer Partikel enthält und die Porosität 10 bis 50 % beträgt, das Reibungsmaterial abriebbeständig und wärmebeständig und verschmorungsbeständig ist und weiterhin hervorragende Steifheit aufweist.

Jeder der im Reibungsmaterial enthaltenen Bestandteile verleiht dem Reibungsmaterial die folgenden Eigenschaften.

Das Kohlenstoffmaterial hat hervorragende Wärmebeständigkeit, um die Wärmebeständigkeit des Reibungsmaterials zu erhöhen. Daher kann der Synchronisierungsring Bremsreibungskraft durch Fehlbedienung des Schalthebels ertragen und wird mit dem Gegenzahnrad weniger verschmört. Wenn der Anteil an Kohlenstoffmaterial unter 30 Gew.-% liegt, ist die Wärmebeständigkeit des Reibungsmaterials verringert, und die Schicht aus Reibungsmaterial wird mit dem Gegenzahnrad verschmört, wie in der Spalte für den Härtetest bei Nr. 11 gezeigt ist. Wenn der Anteil an Kohlenstoffmaterial 70 Gew.-% übersteigt, ist die Steifheit des Reibungsmaterials verringert und die Anpresskraft, die die Schicht aus Reibungsmaterial aushalten kann, ist verringert, wie in der Spalte für den Kompressionsabriebtest für Probe Nr. 12 gezeigt ist.

Das in den Beispielen verwendete Kohlenstoffmaterial sind künstliche poröse Graphitpartikel. Wenn die Größenverteilung der im Reibungsmaterial verwendeten Graphitpartikel so ist, dass nicht weniger als 50 % der gesamten Partikelzahl einen Partikeldurchmesser von 44 bis 250  $\mu\text{m}$  haben, kann eine gewünschte Porosität des Reibungsmaterials erhalten werden, und der Durchmesser der im Reibungsmaterial gebildeten Poren kann im Bereich des gewünschten Durchmessers ausgebildet werden. So kann der dynamische Reibungskoeffizient des Reibungsmaterials größer eingestellt werden, als derjenige von metallischem Reibungsmaterial. Insbesondere dann, wenn die Porosität des Reibungsmaterials zwischen 10 und 50 % liegt, ist die Bildung von Ölschichten an der

Reibungsgrenze zwischen dem Synchronisierungsring und dem Gegenzahnrad verzögert, so dass ein Reibungsmaterial mit einem großen dynamischen Reibungskoeffizienten erhalten wird.

Das warmhärtende Harz hat eine Funktion als Bindemittel für jeden Bestandteil im Reibungsmaterial, zur Erhöhung der Steifheit des Reibungsmaterials. Das warmhärtende Harz ist vorzugsweise mindestens eines der folgenden: novolacartiges Phenolharz, epoximodifiziertes Phenolharz, melaminmodifiziertes Phenolharz, cashewmodifiziertes Phenolharz, ein kohlenwasserstoffharz-modifiziertes Phenolharz und ein cresolmodifiziertes Phenolharz. Insbesondere wenn das warmhärtende Harz ein novolacartiges Phenolharz ist, kann das Reibungsmaterial leicht gegossen werden und die Kosten für das Reibungsmaterial können verringert werden.

Wenn der Anteil an warmhärtendem Harz unter 10 Gew.-% liegt, ist die Steifheit des Reibungsmaterials verringert, und die Anpresskraft, die die Schicht aus Reibungsmaterial aushalten kann, ist verringert, wie in der Spalte für den Kompressionsabriebtest für Probe Nr. 12 gezeigt ist. Wenn der Anteil an warmhärtendem Harz 40 Gew.-% übersteigt, ist die Menge des durch Wärme weich werdenden warmhärtenden Harzes erhöht, und die gewünschte Porosität kann nicht eingestellt werden. Entsprechend kann der dynamische Reibungskoeffizient des Reibungsmaterials nicht erhöht werden (siehe Spalte für die Porosität für Beispiel Nr. 11).

Die Metallfasern oder Metallpartikel unterdrücken ein thermisches Nachlassen der Bremswirkung, um zu verhindern, dass der dynamische Koeffizient des Reibungsmaterials durch Bremsreibungswärme verringert wird. Das thermische Nachlassen der Bremswirkung kann auftreten, wenn der Synchronisierungsring für lange Zeit an das Gegenzahnrad gepresst wird, so dass Öle zwischen der Schicht aus Reibungsmaterial und dem Gegenzahnrad verloren werden und der dynamische Reibungskoeffizient durch die Reibungswärme verringert wird. Wenn das thermische Nachlassen der Bremswirkung in der Schicht aus Reibungsmaterial auftreten sollte, dauert es länger, bis der Synchronisierungsring wirkt.

Die Metallfasern oder Metallpartikel umfassen eine Legierung aus Aluminium, Kupfer, Eisen, Nickel, Zink oder Blei als Hauptbestandteil. Wenn der Anteil der Metallfasern oder Metallpartikel unter 5 Gew.-% des Reibungsmaterials liegt, ist der dynamische Reibungskoeffizient verringert (siehe Proben Nr. 12 und 14). Weiterhin kann, wenn sie einen Anteil von 40 Gew.-% übersteigen, der Synchronisierungsring am Gegenzahnrad hängen bleiben.

Die anorganischen Fasern oder Partikel verstärken das warmhärtende Harz als ein Bindemittel zum Erzielen der gewünschten Porosität. Die anorganischen Fasern oder anorganischen Partikel umfassen Bariumsulfat, Wollastonit, Silikon, Kaliumtitanat, Glas oder Aluminiumoxid.

Wenn der Anteil an anorganischen Partikeln unter 5 Gew.-% liegt, können sie nicht länger das warmhärtende Harz als Bindemittel verstärken. Wenn sie einen Anteil von 40 Gew.-% übersteigen, ist die Weichheit und Flexibilität des Reibungsmaterials gestört, und die Schicht aus Reibungsmaterial reibt das Gegenzahnrad ab (siehe in der Spalte für den Schaden am Gegenzahnrad bei Probe Nr. 14).

Weiterhin kann der dynamische Reibungskoeffizient des Reibungsmaterials größer gemacht werden als der von Papier, wenn organische Fasern, insbesondere wärmebeständige organische Synthefasern, dem Reibungsmaterial zugefügt werden (siehe Proben Nr. 8 und 10), die Porosität des Reibungsmaterials wird um 30 % oder mehr erhöht, und dem Reibungsmaterial wird Weichheit und Flexibilität verliehen. Als tatsächliche Beispiele solcher organischen Fasern sind phenolische organische Fasern wie Alamidpulpe, Alamidschnitt, Acrylpulpe und Acrylschnitt verwendbar.

Wenn jedoch die organischen Fasern in einer Menge von über 10 % zugefügt werden, können die anderen Bestandteile nicht homogen dispergiert werden, um die Fließfähigkeit des Reibungsmaterials während des Gießens des Synchronisierungsringes zu verringern. Entsprechend ist es schwierig, den Synchronisierungsring zu schmelzen. Weiterhin ist auch die Wärmebeständigkeit des Reibungsmaterials verringert.

Weiterhin können die Weichheit und Flexibilität des Reibungsmaterials verbessert werden, wenn Cashewstaub zugegeben wird, um den dynamischen Reibungskoeffizienten zu erhöhen (siehe Proben Nr. 9 und 10). Jedoch, wenn 10 % oder mehr Cashewstaub zum Reibungsmaterial gegeben werden, ist der dynamische Reibungskoeffizient übermäßig groß, so dass die Schicht aus Reibungsmaterial dazu neigt, am Gegenzahnrad zu verschmoren (siehe die Spalte für den Härtetest für die Probe Nr. 15).

Somit hat das Reibungsmaterial für einen erfindungsgemäßen Synchronisierungsring hervorragende Wärmebeständigkeit, Antriebsbeständigkeit, Verschmörungsbeständigkeit und Porosität. Entsprechend kann es Verschmoren der Schicht aus Reibungsmaterial verhindern und die Abriebmenge verringern, um die Lebensdauer des Synchronisierungsringes zu verlängern. Weiterhin kann der Synchronisierungsring nach kurzer Zeit in Betrieb sein.

Zahlreiche Modifikationen und Variationen der beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen sind für die Fachleute auf dem Gebiet offensichtlich. Daher sollte die Erfindung nicht auf die beschriebenen besonderen Ausführungsformen begrenzt sein, sondern durch die folgenden Ansprüche definiert sein.

EP 96 115 282.4 / 0 790 432

### Patentansprüche

1. Reibungsmaterial für einen Synchronisierungsring, das 30 bis 70 Gew.-% eines Kohlenstoffmaterials, 10 bis 40 Gew.-% eines warmhärtenden Harzes, 5 bis 30 Gew.-% Metallfasern oder Metallpartikel und 5 bis 40 Gew.-% anorganischer Fasern oder anorganischer Partikel enthält und eine Porosität von 10 bis 50 % hat.
2. Reibungsmaterial für einen Synchronisierungsring nach Anspruch 1, bei dem das besagte Kohlenstoffmaterial poröse Graphitpartikel sind und nicht weniger als 50 % der Gesamtzahl der besagten Graphitpartikel einen Partikeldurchmesser von 44 bis 250 µm haben.
3. Reibungsmaterial für einen Synchronisierungsring nach Anspruch 1, bei dem das besagte warmhärtende Harz mindestens eines der folgenden ist: novolacartiges Phenolharz, epoximodifiziertes Phenolharz, melaminmodifiziertes Phenolharz, cashewmodifiziertes Phenolharz, ein kohlenwasserstoffharz-modifiziertes Phenolharz und ein cresolmodifiziertes Phenolharz.
4. Reibungsmaterial für einen Synchronisierungsring nach Anspruch 1, bei dem die besagten Metallfasern oder Metallpartikel eine Legierung umfassen, die Aluminium, Kupfer, Eisen, Nickel, Zink oder Blei als Hauptbestandteil umfasst.
5. Reibungsmaterial für einen Synchronisierungsring nach Anspruch 1, bei dem die besagten anorganischen Fasern oder anorganischen Partikel Bariumsulfat, Wollastonit, Silicon, Kaliumtitanat, Glass oder Aluminiumoxid umfassen.
6. Reibungsmaterial für einen Synchronisierungsring nach Anspruch 1, das weiterhin organische Fasern und Cashewstaub, jeweils nicht mehr als 10 Gew.-%, umfasst.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**